درصد غذادهی و تأثیر آن بر عملکرد رشد، ترکیب لاشه و قابلیت هضم فیل‌ماهی (*Huso huso*) جوان پرورشی

محمود محسنی*[۱]، محمد پوردهقان [۱]، سمیه حسن‌پور[۲]، علی حلاجیان[۱]، رضوان‌اله کاظمی[۱] و شهلا جوان مجیدی[۳]

[۱]مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. رشت، ایران. [۲] صندوق پستی ۳۴۶۴-۴۱۶۳۵

[۲]جوار سد سنگر، مزرعه تکثیر و پرورش خاویار طلایی. رشت، ایران.

[۳]دانش‌آموخته دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران (پردیس گیلان)، رشت، ایران.

چکیده

تحقیق حاضر به منظور ارزیابی اثرات سطوح مختلف غذادهی جیره غذایی شامل ۰/۵ % (متابولیسم پایه)، ۱ % (متابولیسم بینابینی) و ۱/۵ % (متابولیسم سیرایی) و ۲ % (متابولیسم حدودا اشباع) بر عملکرد رشد، ترکیب لاشه و قابلیت هضم فیل‌ماهی جوان پرورشی (*Huso huso*)، طراحی و اجرا گردید. تعداد ۱۸۰ قطعه فیل‌ماهی با وزن متوسط ۹/۶ ± ۱۲۱/۷ گرم در ۱۲ مخزن فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری (۱۵ قطعه ماهی در هر مخزن) با ۳ تکرار در هر تیمار با یکی از چهار سطح غذادهی به مدت ۱۳ هفته تغذیه شدند. وزن نهایی، وزن کسب شده، شاخص نرخ رشد ویژه و نسبت بازده پروتئین ماهیان تغذیه شده با ۱/۵ تا ۲ درصد وزن بدن، به طور معنی‌داری ($P\leq$ ۰/۰۵) از ماهیان تغذیه شده با سایر درصدهای غذادهی بالاتر بود. بالاترین ضریب تبدیل غذایی در ماهیان تغذیه شده با متابولیسم پایه مشاهده گردید. با افزایش درصد غذادهی، میزان پروتئین و چربی لاشه به طور معنی‌داری افزایش و در مقابل رطوبت لاشه به طور معنی‌داری کاهش یافت. درصد غذادهی به طور معنی‌داری بر هضم‌پذیری پروتئین، چربی، انرژی و ماده خشک تاثیر داشت. هرچند غذادهی در حد اشباع رشد حداکثری را به دنبال داشت، ولی با کاهش کارایی غذا و افزایش مواد آلاینده همراه بود. با توجه به ارتباط میزان مصرف غذا با کارایی هضم ممکن است تقویت‌کننده این فرضیه باشد که فیل‌ماهی جوان پرورشی می‌تواند میزان ورود انرژی و مواد مغذی به داخل بدن را با کارایی هضم کنترل نماید. با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان اذعان نمود تغذیه بچه فیل‌ماهی پرورشی به میزان ۱/۵ درصد وزن بدن، به منظور دستیابی به حداکثر روند رشد، هضم-پذیری ظاهری و ترکیب بهینه لاشه ضروری می‌باشد تا علاوه بر کاهش میزان آلودگی احتمالی حوضچه‌های پرورشی از لحاظ اقتصادی نیز برای پرورش دهندگان مقرون به‌صرفه باشد.

کلمات کلیدی: درصد غذادهی، فیل‌ماهی (*Huso huso*)، رشد، قابلیت هضم

[۱] **نویسندهٔ مسئول مقاله:** ***mahmoudmohseni73@gmail.com***

مقدمه

تولید تاس‌ماهیان پرورشی از جمله فیل‌ماهی (*Huso huso*) در انواع سیستم‌های تولیدی به واسطه افزایش تقاضا جهت گوشت و خاویار مورد توجه قرار گرفته است (Mohseni *et al.*, 2007). ماهیان پرورشی در بسیاری موارد غذای طبیعی دریافت نمی‌کنند. بنابراین، غذای تجاری باید دارای پروتئین و انرژی در حد کافی بوده، از توازن مناسب مکمل‌های معدنی، ویتامینی، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه برخوردار باشد. مصرف غذا با توجه به کیفیت غذا و شاخص‌های فیزیولوژیکی ماهی مانند سن، اندازه، مرحله زندگی، سطح استرس، همچنین فصل، دمای آب، میزان اکسیژن محلول و ... متغیر است. از این رو، پارامترهایی مانند اشتهای ماهی، میزان اکسیژن محلول، بیماری‌ها، عوامل تنش‌زا (دستکاری، برداشت و غیره) بایستی همواره مد نظر باشد (محسنی و همکاران.، ۱۳۸۵). به منظور کسب موفقیت و دستیابی به حداکثر کارایی تولید و بهره‌وری اقتصادی و همچنین توسعه پایدار، استفاده و آگاهی صحیح و اصولی (علمی) از عوامل اصلی موثر بر توسعه پایدار از اهمیت ویژه برخوردار است، تنها در این حالت روند پرورش منجر به کاهش عوارض نامطلوب و از همه مهمتر باعث پائین آمدن هزینه‌های تولید می‌گردد.

راه‌کار مدیریت مزارع بایستی به سمت به حداقل رساندن تلفات منابع و افزایش رشد مناسب با رعایت کنترل هزینه‌های پرورش به منظور توسعه پایدار آن از جمله رعایت تراکم مناسب کشت، گونه مناسب پرورشی، مقرون به صرفه‌ترین شیوه تغذیه، اطمینان از کیفیت آب، نظارت منظم بر منابع ماهی در برابر علائم بیماری، معدوم کردن لاشه‌ها و درمان ذخایر آلوده و ... صورت پذیرد. به طورکلی غذا را می‌توان در حد زیاد، اشباع یا با مقادیری محدود (محسنی و همکاران، ۱۳۹۸) فراهم و در اختیار ماهی قرار داد. تغذیه اضافی - تغذیه بیش از حد نشان‌دهنده در دسترس بودن مداوم غذاست. تغذیه بیش از اندازه در سیستم‌های آبزی‌پروری کاملا بی‌فایده است، زیرا غذایی که به دلیل خورده نشدن مرطوب شده، تغییر ماهیت می‌دهد و چنین غذایی برای استفاده مجدد قابل مصرف نیست. تغذیه بیش از حد باعث بالا رفتن ضریب تبدیل غذایی شده و فساد غذاهای خورده نشده موجب کاهش کیفیت آب می‌شود. فقط در مراحل اولیه پرورش در تفریخگاه، تغذیه اضافی جزیی، به عنوان یک امر پذیرفتنی انجام می‌شود. تغذیه درحالت اشباع، یعنی غذادهی به آبزیان (در ساعت‌های مشخص) به اندازه حداکثر مقداری که می‌توانند مصرف کنند. در عمل، به کارگیری روش تغذیه اشباع با در نظر گرفتن پرهیز از اسراف در اکثر سیستم‌های پرورشی امر دشواری است. پرورش‌دهندگانی که از این نوع روش تغذیه بهره می‌برند، بیشینه غذایی را که ماهی‌ها می‌توانند برای چندین مرتبه در طول روز مصرف کنند، به کار می‌برند. میزان واقعی این غذاها به اندازه ماهی و دمای آب بستگی دارد. برای گونه‌های گوشتخوار، این عمل به هضم غذای زیاد و رشد فراوان منجر می‌شود. جیره‌های محدود، جیره‌های از پیش تعیین شده‌ای هستند که کمتر از مقدار جیره بیشینه (در حالی که پرورش‌دهندگان عموماً در پی رشد ماهی هستند، اما در چرخه تولید مزارع، دوره‌هایی وجود دارد که به علت سیاست‌ها و اهداف تولیدی، کاهش یا کنترل میزان رشد در نظر است)، تخمین زده می‌شوند (محسنی و همکاران.، ۱۳۹۷). کارایی غذا، همچنین قابلیت استفاده از انرژی و پروتئین در مراحل مختلف زندگی و وزن ماهیان متفاوت است (Azevedo *et al.*, 2004). کمیت غذای مصرفی می‌تواند هضم‌پذیری را تحت تاثیر قرار دهد، به طوری که ماهیان تغذیه شده با سطوح بالای غذادهی، هضم‌پذیری کمتری نشان می‌دهند (Windell *et al.*, 1978). مطالعات نشان داد که در تعدادی از گونه‌ها با افزایش میزان غذا، قابلیت هضم کاهش می‌یابد (دهقان و همکاران.، ۱۳۹۴; Andrews, Windell *et al.*, 1978; 1979). بنابراین، آگاهی و انجام مطالعات مختلف تغذیه‌ای که دوره زمانی رشد و هزینه‌های نگهداری ماهی را کاهش دهند از اهمیت قابل توجهی برخوردار می‌باشد. با توجه به مطالب ارایه شده، مطالعه حاضر به منظور تعیین تأثیر سطوح مختلف غذادهی بر روند رشد، ترکیب لاشه و قابلیت هضم فیل‌ماهی جوان پرورشی (*Huso huso*) طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر از جیره حاصل از نتایج مطالعات محسنی و همکاران (۱۳۹۳) استفاده گردید. پلت‌ها در خشک‌کن به مدت

۲۴ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد تا جایی که رطوبت آنها به کمتر از ۱۰ درصد برسد، خشک شدند. جیره‌ها پس از خشک‌شدن شماره‌گذاری، در محفظه‌های عاری از هوا بسته‌بندی و تا زمان مصرف در دمای منفی ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. یک ساعت قبل از مصرف و توزیع غذا، جیره‌ها خارج و پس از متعادل شدن با دمای اتاق با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین و در اختیار ماهیان قرار گرفت (Mohseni *et al.*, 2011).

در این مطالعه، تعداد ۱۸۰ قطعه بچه فیل‌ماهی با وزن متوسط ۹/۶ ± ۱۲۱/۷ گرم (میانگین± انحراف معیار)، به طور تصادفی در ۱۲ مخزن فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری (قطر ۲۰۰ سانتی‌متر، ۵۳ سانتی‌متر ارتفاع و حجم مفید آب ۱۵۰۰ لیتر) در فضای سرپوشیده مجهز به سیستم هوادهی، تخلیه آب مرکزی و شیرهای تنظیم آب (به صورت فواره‌ای) با دبی آب ۴/۶ لیتر در دقیقه (آب چاه و رودخانه سفیدرود) به مدت ۱۳ هفته در مزرعه تکثیر و پرورش خاویار طلایی پرورش داده شدند. ماهیان ۳ بار در روز در فواصل زمانی منظم در ساعات ۸، ۱۶و ۲۴ شب و به میزان ۰/۵ ٪ (متابولیسم پایه)، ۱ ٪ (متابولیسم بینابینی) و ۱/۵ ٪ (متابولیسم سیرابی) و ۲ ٪ (متابولیسم حدودا اشباع) درصد وزن بدن به صورت دستی غذادهی شدند. به منظور کاهش استرس، ۱۲ ساعت قبل و بعد از زیست‌سنجی، غذادهی ماهیان قطع گردید (زیست‌سنجی ماهیان به صورت انفرادی دو بار در هر ماه انجام و قبل از آن ماهیان با محلول ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر پودر گل میخک (Mohseni *et al.*, 2007) بیهوش شدند. تعیین شاخص‌های رشد و کبدی: استفاده از اطلاعات زیست‌سنجی هر مخزن، فاکتورهای محاسباتی شامل وزن کسب شده (%WG)، شاخص رشد ویژه (SGR %/day)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، ضریب چاقی (CF)، نسبت بازده پروتئین (PER) و شاخص کبدی (%HSI) محاسبه شد (Otubusin *et al.*, 2009). آنالیز تقریبی ترکیبات، مواد اولیه و جیره‌های آزمایشی بر اساس روش‌های استاندارد جیره AOAC (1995) انجام شد. نمونه جیره در ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت تا رسیدن به یک وزن ثابت، برای اندازه‌گیری رطوبت خشک شدند. پروتئین با برآورد نیتروژن کل (N×۶/۲۵) با استفاده از روش کجلدال استخراج، چربی با روش سوکسله با استفاده از حلال کلروفروم با نقطه جوش ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت استخراج، میزان انرژی موجود در ترکیبات غذایی به وسیله بمب کالریمتر و خاکستر با سوزاندن در کوره الکتریکی ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹ ساعت اندازه‌گیری شدند. پس از پایان هفته دهم تغذیه ماهیان با جیره غذایی حاوی ۱ درصد اکسید کروم به میزان ۲ درصد وزن بدن به مدت چهار هفته دیگر با توجه به مقادیر کمی مدفوع ادامه یافت. جهت تخلیه شکمی ماهیان هر دو روز یک‌بار (به منظور کاهش استرس) اقدام به صید ۵ تا ۱۰ ماهی (از هر تکرار) شد. ماهیان نخست با پودر گل میخک بیهوش شدند و سپس محتویات محوطه شکمی با مالش قسمت شکمی ماهیان تخلیه شد. نمونه مدفوع از ماهیان در تیوپ‌های سرپوشیده نگهداری و جهت آنالیز شیمیایی به آزمایشگاه انتقال داده شدند. قابلیت هضم واقعی ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام با استفاده از فرمول‌های ریاضی خاص تعیین گردید (Menghe *et al.*, 2013).

تحقیق حاضر در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در سه تکرار و در ۴ تیمار غذایی با سطوح مختلف غذادهی در بچه فیل‌ماهیان مورد بررسی قرار گرفت. پس از کنترل همگنی واریانس و نرمال بودن داده‌ها (به وسیله آزمون Kolmogorov-Smirnov)، با توجه به همگنی داده‌ها، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) برای مقایسه میانگین بین تیمارهای تغذیه‌ای و از آزمون دانکن برای جداسازی گروه‌های همگن در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد. اختلاف معنی‌دار آماری با سطح $P \leq$ ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. داده‌های این مطالعه به صورت Mean ± SD نشان داده شده‌اند.

نتایج و بحث

نتایج پارامترهای کیفی آب اختلاف معنی‌داری را در طی دوره پرورش نسبت به یکدیگر نشان نداد ($P \geq$ ۰/۰۵). در طی دوره پرورش، مرگ و میری مشاهده نشد. تاثیر سطوح مختلف غذادهی در پایان ۱۳ هفته پرورش بر شاخص‌های وزن نهایی، وزن کسب شده، شاخص رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین، ضریب چاقی و ضریب تبدیل

غذایی ماهیان در جدول ۲ آورده شده است. وزن نهایی بدن (گرم)، وزن کسب شده و نسبت بازده پروتئین ماهیان تغذیه شده با تیمار ۱/۵ و ۲ درصد وزن بدن بطور معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) از ماهیان تغذیه شده با جیره های ۰/۵ و ۱ درصد وزن بدن بالاتر بود. همچنین ماهیانی که از جیره غذایی به میزان ۰/۵ درصد وزن بدن تغذیه شده بودند، کمترین مقادیر فوق‌الذکر را به خود اختصاص داده بودند. میزان تولید، ارزش اقتصادی و توانایی زیست‌محیطی پرورش تاس‌ماهیان تا حد زیادی وابسته به مدیریت تغذیه آن است. دفعات و درصدهای غذادهی نقش مهمی در میزان غذای جذب شده، روند رشد و ضایعات دفع شده از ماهی دارند. بنابراین، بایستی درصد و دفعات مناسب غذادهی برای گونه پرورشی دقیقا تعیین گردد تا به ماهیان اجازه داده شود که از غذا استفاده کافی برده، آن را جذب و به خوبی رشد نمایند (Lee *et al.*, 2000: Bascinar *et al.*, 2007; Booth *et al.*, 2008). تعیین درصد و دفعات مناسب غذادهی وابسته به خصوصیات درون گروهی شامل گونه، نژاد، شرایط فیزیولوژیکی و فاکتورهای بیرونی شامل ترکیب غذا، شرایط محیط و شرایط پرورش می‌باشد (Dwyer *et al.*, 2002). ولی عقیده بسیاری از صاحب نظران شیلاتی این است که روند رشد و کارایی غذا از مقدار غذای داده شده به ماهیان تاثیر می‌پذیرد (Bureau *et al.*, 2006). با توجه با نتایج مطالعه حاضر می‌توان اذعان نمود، سطح مناسب درصد غذادهی می‌تواند بیشتر از ۱/۵ درصد اما کمتر از ۲ درصد وزن بدن برای فیل‌ماهیان پرورشی در شرایط پرورشی متراکم باشد. نتایج مطالعات محسنی و همکاران (۱۳۹۳) در گونه فیل‌ماهی، با افزایش درصد غذادهی از ۱/۵ به ۲ درصد تأثیری در روند رشد ماهی مشاهده نکردند. ولی با افزایش آن ۳ به ۴ درصد، تاثیرات منفی در شاخص‌های بیولوژیک از جمله کاهش اکسیژن محلول و افزایش ضایعات نیتروژنی را گزارش نمودند. گزارش مشابه‌ای هم با یافته‌های ما مبنی بر تأثیر بهینه درصد غذادهی بر رشد و کیفیت آب تاسماهی سفید (*Acipenser transmotanus*) (Deng *et al.*, 2013)، ماهی باس دریایی اروپایی (*Dicentrachus labrax*) (Eroldogan *et al.*, 2004) و فیل‌ماهی (Mohseni *et al.*, 2006) ارایه شده است.

در مطالعه حاضر ماهیان تغذیه شده با ۰/۵ درصد وزن بدن با توجه به محدودیت غذایی منجر به بروز طبقات مختلف وزن در بین ماهیان گردید که بیشتر به صورت رده‌های مختلف وزنی در مخازن پرورشی مشاهده گردید. یافته‌ها نشان داده است که در صورت عدم رعایت درصد غذادهی، ماهیان بزرگتر و مهاجم‌تر غذای ماهیان کوچک‌تر را تا انتها تغذیه می‌کنند. بنابراین، ماهیان بزرگتر با بیشترین مقدار غذا، تغذیه نموده، دچار رشد نامتعارف خواهند شد. اما در همان تیمار بسیاری از ماهیان با محدودیت غذایی مواجه می‌گردند. تفاوت در اندازه بدن می‌تواند توانایی ماهی را برای رقابت در به دست آوردن غذا تحت فشار گذارده و در نتیجه موجب تشکیل و تشدید در ایجاد طبقات مخالف وزنی عدم بازارپسندی در ماهیان گردد (Brian *et al.*, 2006; Hung *et al.*, 1987). یکی از نکات روشن تحقیق انجام شده این است که رژیم غذایی در ماهیان تغذیه شده به میزان بیش از یک درصد وزن بدن، طوری تنظیم شده بود که به همه ماهیان فرصت می‌داد از غذا استفاده کنند، در نتیجه ایجاد رده‌های مختلف وزنی در این تیمار بسیار ناچیز و قابل اغماض بود.

جدول ۱ : مقایسه میانگین وزن ثانویه، وزن کسب شده،

شاخص‌ها	جیره های آزمایشی			
	۰/۵ درصد	۱ درصد	۱/۵ درصد	۲ درصد
وزن اولیه (گرم)	۱۲۱/۶±۳/۵۶	۱۲۱/۸±۳/۱۴	۱۲۱/۳±۴/۵۴	۱۲۲/۸±۲/۳۹
وزن نهایی (گرم)	۴۹۸/۷±۴۵/۴۹۶	۶۸۹/۴±۲۹/۸۹b	۷۵۱/۳±۹/۳۴a	۷۶۲/۶±۱۷/۷۸a
وزن کسب شده (درصد)	۳۱۰/۵±۴۰/۱۶c	۴۶۶/۱±۱۸/۳۵b	۵۲۰/۶±۸/۹a	۵۲۱/۳±۱۹/۳۵a
شاخص رشد ویژه (درصد در روز)	۱/۵۶±۰/۱۱b	۱/۹۳±۰/۰۴b	۲/۰۳±۰/۰۷a	۲/۰۲±۰/۰۹a
ضریب تبدیل غذا	۲/۰۹±۰/۳۴a	۱/۳۳±۰/۰۱b	۱/۱۴±۰/۰۵b	۱/۱۸±۰/۰۳b
نسبت بازده پروتئین	۱/۱۳±۰/۳۴c	۱/۷۴±۰/۰۱b	۲/۰۶±۰/۰۵a	۲/۰۲±۰/۰۳a
ضریب چاقی	۰/۴۸±۰/۰۴b	۰/۵۹±۰/۰۳a	۰/۶۶±۰/۰۴a	۰/۶۲±۰/۰۳a
شاخص کبدی	۲/۱۱±۰/۰۶b	۲/۳۲±۰/۰۹a	۲/۹۴±۰/۰۴a	۲/۶۸±۰/۰۴a

شاخص رشد ویژه، ضریب تبدیل غذا، ضریب چاقی، نسبت بازده پروتئین و شاخص کبدی بچه فیل‌ماهیان

پرورشی در تیمارهای مختلف غذایی در طی ۱۰ هفته کاهش می‌یابد زیرا به افزایش مفید عضلات و وزن منجر می‌شود و در نهایت ماهی همچنان که رشد می‌کند در ساختن ماهیچه و عضله کارآمدتر می‌گردد (Overturf and Gaylord, 2009). داده‌های ارائه شده بیانگر تاثیر معنی‌دار سطوح مختلف غذادهی جیره بر مقادیر چربی و رطوبت لاشه بود. به طوری که با افزایش درصد غذادهی، میزان چربی به طور معنی‌داری افزایش و در مقابل رطوبت لاشه کاهش یافت. در مطالعه حاضر، کاهش معنی‌داری در تراکم چربی لاشه در تیمار متابولیسم پایه (تیمار ۰/۵ درصد وزن بدن) مشاهده شد، بدین صورت که غذای کمتر برابر است با استفاده بیشتر از ذخایر انرژی بدن که منجر به تجمع کمتر چربی می‌شود با یافته‌های Bureau و همکاران (۲۰۰۶) و دهقان و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت داشت. اختلاف معنی‌داری در میزان خاکستر لاشه ماهیان تغذیه شده با جیره‌های مختلف غذایی مشاهده نشد، به استثنای تیمار ۰/۵ درصد وزن بدن که به طور معنی‌داری بالاتر از ماهیان تغذیه با تیمار ۲ درصد وزن بدن بود. بر اساس نظر Bureau و همکاران (۲۰۰۶)، تغذیه محدود نیز منجر به افزایش خطی خاکستر بدن می‌شود، احتمالا مصرف غذا به صورت بالقوه می‌تواند منجر به تغییر در نسبت جرم استخوان و جرم بافت نرم شود. ماهی تغذیه شده با غذای محدود ممکن است جرم کمتر ماهیچه‌ای و جرم بیشتر استخوان داشته باشد. نتایج مطالعات دهقان و همکاران (۱۳۹۴) با دستاورد مطالعه حاضر همخوانی داشت.

جدول ۲: ترکیب بدن (درصد) بر اساس وزن تر بچه فیل‌ماهیان تغذیه شده با درصدهای مختلف غذادهی

شاخص‌ها (درصد)	جیره های آزمایشی			
	۰/۵ درصد	۱ درصد	۱/۵ درصد	۲ درصد
رطوبت	۷۹/۲±۱/۵۸^{a}	۷۸/۲±۱/۵۳^{ab}	۷۶/۷±۱/۷۲^{b}	۷۷/۱±۱/۳۹^{b}
پروتئین	۱۳/۱۳±۰/۱۳^{b}	۱۳/۴۵±۰/۱۹^{ab}	۱۳/۹۵±۰/۱۴^{a}	۱۴/۱۱±۰/۱۲^{a}
چربی	۳/۹۱±۰/۵۱^{b}	۳/۸۷±۰/۱۶^{b}	۴/۸۷±۰/۲۸^{a}	۴/۶۹±۰/۰۳^{a}
خاکستر	۲/۶۲±۰/۱۱^{a}	۲/۵۰±۰/۱۳^{ab}	۲/۳۶±۰/۰۴^{ab}	۲/۲۸±۰/۰۹^{b}

میانگین(± انحراف معیار)، حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست.

مقادیر متوسط قابلیت هضم ظاهری پروتئین، چربی و ماده خشک فیل‌ماهی تغذیه شده با درصدهای مختلف غذادهی در جدول نشان داده شده است. قابلیت هضم ظاهری پروتئین در ماهیانی که با سطوح ۱/۵ و ۲ درصد وزن بدن تغذیه کرده بودند بطور معنی‌داری از ماهیانی که از تیمار ۰/۵ درصد تغذیه کرده بودند، بالاتر بود ($P\leq$ ۰/۰۵). هیچ تفاوت معنی‌داری در قابلیت هضم ظاهری پروتئین در ماهیان تغذیه شده با سطوح ۱، ۱/۵ و ۲ درصد وزن بدن تغذیه کرده بودند، ملاحظه نشد.

جدول ۳: قابلیت هضم ظاهری پروتئین، چربی و ماده خشک بچه فیل‌ماهی تغذیه شده با درصدهای مختلف غذادهی

شاخص‌ها	جیره‌های آزمایشی			
	۰/۵ درصد	۱ درصد	۱/۵ درصد	۲ درصد
قابلیت هضم ظاهری پروتئین (٪)	۸۷/۴±۱/۶۸^{b}	۸۹/۹±۱/۲۴^{ab}	۹۳/۶±۱/۵۸^{a}	۹۱/۵±۱/۴۹^{a}
قابلیت هضم ظاهری چربی (٪)	۸۷/۶±۱/۶۴^{b}	۸۸/۴±۱/۴۹^{b}	۹۳/۵±۱/۶۳^{a}	۸۹/۷±۱/۷۱^{b}
قابلیت هضم ظاهری ماده خشک(٪)	۷۵/۶±۲/۴^{b}	۷۶/۸±۲/۳^{a}	۷۷/۳±۱/۵^{a}	۷۷/۷±۲/۴^{a}
قابلیت هضم ظاهری انرژی (٪)	۸۲/۷±۱/۰۶^{b}	۸۵/۳±۰/۸۶^{ab}	۸۷/۲±۱/۴۱^{a}	۸۲/۴±۲/۰۵^{b}

میانگین(± انحراف معیار)، حروف متفاوت در هر ردیف نشاندهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست

تفاوت معنی‌داری در مقادیر متوسط قابلیت هضم ظاهری چربی ماهیان تغذیه شده با تیمارهای مورد بررسی مشاهده نشد، به استثنای قابلیت هضم ظاهری چربی ماهیان سطوح ۱/۵ درصد وزن بدن که به طور معنی‌داری بالاتر از سایر

تیمارها بود. قابلیت هضم ظاهری ماده خشک از ماهیان تغذیه شده با ۰/۵ درصد وزن بدن به طور معنی داری پایین‌تر از سایر تیمارها بود. Peres و Oliva-Teles (۲۰۰۵) اذعان نمودند افزایش کارایی جذب در ماهی تغذیه شده با سطوح پایین تر غذایی مرتبط است.

همانطور که مشاهده شد، سطح غذادهی بر قابلیت هضم ظاهری پروتئین، چربی، انرژی و ماده خشک دارای اثر معنی‌دار بود. هضم‌پذیری پروتئین، چربی و انرژی با افزایش درصد غذادهی تا حد بهینه از روند افزایشی و سپس از روند نزولی برخودرار بود. نتایج Grisdale-Helland و Helland (۱۹۹۸) به نتایج مشابه اشاره نمودند. Windell و همکاران (۱۹۷۸) و دهقان و همکاران (۱۳۹۴) دریافتند که ماهی قزل آلای تغذیه شده با سطوح بالای غذادهی، هضم‌پذیری کمتری دارند. Dietz و همکاران (۲۰۱۲) نیز افزایش هضم مواد مغذی با کاهش میزان مصرف غذا در ماهی توربوت (*Psetta maxima L.*) را بیان نمود.

دستورالعمل ترویجی

نتایج یافته‌های مطالعه حاضر در خصوص درصدهای مختلف غذادهی بیانگر تأثیر معنی‌دار آن بر روند رشد، کارایی غذا، ترکیب لاشه، هضم‌پذیری پروتئین، چربی، انرژی و ماده خشک بود. هرچند غذادهی در حد اشباع رشد حداکثری را بدنبال داشت، ولی با کاهش کارایی غذا و افزایش مواد الاینده همراه بود. تعیین حد مطلوب غذا منجر به روند بهتر رشد و صرفه جویی اقتصادی خواهد شد. این شاخص‌ها با کاهش ضایعات غذا موجب صرفه‌جویی در هزینه غذا و نفع اقتصادی می‌گردد. با توجه به ارتباط میزان مصرف غذا با کارایی هضم ممکن است تقویت کننده این فرضیه باشد که فیل‌ماهی جوان پرورشی می‌تواند میزان ورود انرژی و مواد مغذی به داخل بدن را با کارایی هضم کنترل نماید. با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان گفت تغذیه بچه فیل‌ماهی پرورشی به میزان ۱/۵ درصد وزن بدن، به منظور دستیابی به حداکثر روند رشد، هضم پذیری ظاهری و ترکیب بهینه لاشه ضروری می‌باشد.

منابع

دهقان، ا.، کرامت، ع.ص.، اورجی، ح.، جانی خلیلی، خ. ۱۳۹۴. تأثیر وزن بدن و سطوح غذادهی بر عملکرد رشد، ترکیب لاشه و قابلیت هضم پذیری قزل آلای‌رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). فصلنامه علوم و فنون شیلات. دوره ۴، شماره ۱. صفحات ۵۲-۴۳.

محسنی، م.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، کاظمی، ر. و علیزاده، م.، ۱۳۸۵. گزارش نهایی پروژه تعیین احتیاجات غذایی فیل‌ماهی از مرحله لاروی تا مرحله عرضه به بازار. انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۲۲۴ صفحه.

محسنی، م.، پورکاظمی، م.، فلاحی کپورچالی، م.، سپهداری، ا.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، سید حسنی، م. ح.، کاظمی، ر.، حلاجیان، ع. و صالحی، م.، ۱۳۹۳. گزارش نهایی پروژه مطالعه پرورش گوشتی فیل‌ماهی (*Huso huso*) با استفاده از جیره‌های مختلف غذایی. مؤسسه تحقیقات بین المللی ماهیان تاسماهیان دریای خزر. ۱۳۹ صفحه.

محسنی، م.، پورکاظمی، م.، کرمی نسب، م. و راست روان، م.ا.، ۱۳۹۷. بررسی اثرات سطوح مختلف پروتئین جیره غذایی بر میزان رشد، ترکیب شیمیایی بدن و قابلیت هضم مواد مغذی در بچه ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta* caspius). مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۸- شماره ۲. صفحات ۱۶۵-۱۷۸.

محسنی، م.، یزدانی، م.ع.، پورعلی، ح.ر.، کاظمی، ر.، پوردهقانی، م.، حلاجیان، ع.، جلیل‌پور، ج.، علیپور، ع.ر.، دادگر، ش.، طاعتی، ر. ۱۳۹۸. گزارش نهایی پروژه بهینه سازی جیره غذایی با هدف افزایش شاخص‌های رشد، بهبود کارایی تغذیه و ارتقای سیستم ایمنی تاس‌ماهیان پرورشی (فاز اول: فیل‌ماهی و تاس‌ماهی سیبری). مؤسسه تحقیقات

بین‌المللی ماهیان تاس‌ماهیان دریای خزر. ۱۸۴ صفحه.

Andrews, J.W., 1979. Some effects of feeding rate on growth, feed conversion and nutrient absorption of channel catfish. Aquaculture, 16: 243-246.

Ahmadifar, E., Mansour, M.R., Amirkolaie, A.K. and Rayeni, M.F., 2014. Growth efficiency, survival and haematological changes in great sturgeon (*Huso huso* Linnaeus, 1758) juveniles fed diets supplemented with different levels of thymol–carvacrol. Ani- mal Feed Science and Technology, 198: 304–308.

Association of official Analytical Chemists (AOAC). 1995. Official Methods of Analysis. Agriculture Chemicals; Contaminants, Drugs, Vol. I., 16th edn. AOAC International Arlington,VA, USA.

Azevedo, P.A., Cho, C.Y. and Bureau, D.P., 1998. Effects of feeding level and water temperature on growth, nutrient and energy utilization and waste outputs of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquatic Living Resources, 11: 227-238.

Azevedo, P. A., Leeson, S., Cho, C. Y. and Bureau, D. P., 2004. Growth, nitrogen and energy utilization of juveniles from four salmonid species: diet, species and size effects. Aquaculture, 234: 393 - 414.

Bascinar, N., Cakmak, E., Cavdar, Y., and Aksungur, N., 2007. The effect of feeding frequency on growth performance and feed conversion rate of black sea trout (*Salmo trutta labrax*). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 7(1): 13-17.

Booth, M.A., Tucker, B.J., Allan, G.L. and Fielder, D.S., 2008. Effect of feeding regime and fish size on weight gain, feed intake and gastric evacuation in juvenile Australian snapper, *Pagrus auratus*. Aquaculture, 282 (1), 104-110.

Brian, C.B. and Brain, C.S., 2006. Effect of feeding frequency on feed consumption, growth, and feed efficiency in aquarium-reared Norris and NWAC103 Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*). Journal of the World Aquaculture Society, 37: 4-12.

Bureau, D. P., Hua, K. and Cho, C.Y., 2006. Effect of feeding level on growth and nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) growing from 150 to 600g. Aquaculture Research, 37: 1090-1098.

Deng, D.F., Koshio, S., Yokoyama, S., Bai, S.C., Shao, Q., Cui, Y. and Hung, S.S.O., 2003. Effects of feeding rate on growth performance of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) larvae. Aquaculture, 217: 589-598.

Dietz, C., Kroeckel, S., Schulz, C. and Susenbeth, C., 2012. Energy requirement for maintenance and efficiency of energy utilization for growth in juvenile turbot (Psetta maximaL.): The effect of strain and replacement of dictory fish meal by wheat gluten. Aquaculture, 107: 358-359.

Dwyer, K.S., Brown, J.A., Parrish, C. and Lall, S.P., 2002. Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*). Aquaculture, 213: 279–292.

Eroldogan, O.T., Kumlu, M and Aktaş, M., 2004. Optimum feeding rate for European sea bass reared in seawater and freshwater. Aquaculture, 231: 501-515.

Goddard, S., 1996. Feed rations and schedules. In: Goddard, S. (Ed.), Feed Management in Intensive Aquaculture.

Grisdale-Helland, B. and Helland, S.J., 1998. Macronutrient utilization by offspring from wild and selected Atlantic salmon. In: McCracken, K.J., Unsworth, E.F., Wylie, A.R.G. (Eds.), Energy Metabolism of Farm Animals. CAB International Press, Wallingford, UK. CAB International Press, 391– 394.

Hung, S.S.O. and Lutes, P.B., 1987. Optimum feeding rate of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*): at 20°C. Aquaculture, 65 (15): 307-317.

Lee, S., Hwang, M.U.G. and Cho, S.H., 2000. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*). Aquaculture, 187: 399–409.

Menghe, L., Oberla, D. and Penelope, L., 2013. Apparent digestibility of alternative plant-protein feedstuffs for channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). Aquaculture Research, 44 (2). 26-33. Doi: 10.1111/j.1365-2109.2011.03035.x

Mohseni, M., Pourkazemi, M. Bahmani, M., Falahatkar, B., Pourali, H. and Salehpour, M., 2006. Effect of feeding and frequency on growth performance of yearling great sturgeon, *Huso huso*. Journal of Applied Ichthyology, 21: 278-282.

Mohseni, M., Sajjadi, M. and Pourkazemi, M., 2007. Growth performance and body composition of sub yearling Persian sturgeon, (*Acipenser persicus*, Borodin, 1987), fed different dietary protein and lipid levels. Journal of Applied Icthyology, 23: 204-208.

Mohseni, M., Hassani, M.H., Pourali, F.H., Pourkazemi, M. and Bai, S.C., 2011. The optimum dietary carbohydrate/lipid ratio can spare protein in growing beluga, *Huso huso.* Journal of Applied Icthyology, 27: 737-742.

Otubusin, S.O., Ogunleye, F.O. and Agbebi, O.T., 2009. Feeding Trials using local protein sources replace fishmeal in pelleted feeds in Catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) culture. European Journal of Scientific Research, 31: 142-147.

Overturf, K. and Gaylord, T.G., 2009. Determination of relative protein degradation activity at different life stages in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Comparative Biochemistry and Physiology, 152B: 150–160.

Peres, H. and Oliva-Teles, A., 2005. Protein and energy metabolism of European seabass (*Dicentrarchus*

labrax) juveniles and estimation of maintenance requirements. Fish Physiology and Biochemistry, 31: 23–31.

Taşbozan, O., Emre, Y., Gökçe, M.A., Erbaş, C., Özcan, F. and Kıvrak, E., 2016. The effects of different cycles of starvation and re-feeding on growth and body composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). Journal of Applied Ichthyology 32: 583-588.

Windell, J.T., Foltz, J.W. and Sarokon, J.A., 1978. Effect of fish size, temperature, and amount fed on nutrient digestibility of a pelleted diet by rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Transactions of the American Fisheries Society, 107(4): 613-616.